

**Untersuchungen über die
Wirkung von proteolytischen
Fermenten auf Zahnstein und
Zahnhartsubstanzen**

Richard Schobeß

[1959]

AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
FACHBEREICH MEDIZIN
FACHGEBIET ZAHNHEILKUNDE
UND ZAHNHEILHILFEN
UNIVERSITÄT MÜNCHEN
MÜNCHEN, DEUTSCHLAND

Untersuchungen über die Wirkung von
proteolytischen Fermenten auf Zahneigen
und Zahnhartsubstanz

Inaugural Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt von
Herrn Dr. med. dent. Richard Schöberl
der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von
Richard Schöberl
am 1. Februar 1930

München
1930



AUS DER KONSERVIERENDEN ABTEILUNG
(Vorstand: Professor Dr. Dr. M. Schug-Kösters)
DER KLINIK FÜR ZAHN-, MUND- UND KIEFERKRANKHEITEN DER
UNIVERSITÄT MÜNCHEN
(Direktor: Professor Dr. Dr. J. Heiß)

**Untersuchungen über die Wirkung von
proteolytischen Fermenten auf Zahnstein
und Zahnhartsubstanzen**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Richard Schobes
aus Pfaffenhofen a. d. Roth

München

1959



5349/60

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Referent: Professor Dr. Dr. M. SCHUG-KÖSTERS
Dekan: Professor Dr. H. SCHWIEGK

Tag der mündlichen Prüfung: 5. November 1959



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Theorien über die Entstehung des Zahnsteins	5
Die Zusammensetzung des Zahnsteins	6
Mundpflegemittel zur Hemmung des Zahnsteinansatzes	8
Problemstellung	11
Fermente und ihre optimale Wirkung	11
Versuchsordnung für die Untersuchung der Einwirkung von Pepsin und Trypsin auf Zahnstein	14
Ergebnisse: Tabellen und graphische Darstellungen	15
Versuchsordnung für die Untersuchung der Einwirkung von Pepsin auf Zahnhartsubstanzen	22
Ergebnisse: Tabellen und Erläuterung	24
Diskussion	26
Zusammenfassung	27
Literatur	29



Digitized by the Internet Archive
in 2026

THEORIEN ÜBER DIE ENTSTEHUNG DES ZAHNSTEINS

Die Annahme, der Zahnstein nütze den Zähnen, er halte sie fest und schütze den Schmelz, ist längst überwunden. Schon im Jahre 1550 hat AMBROISE PARE (30) auf die Schädlichkeit des Zahnsteins und auf die Entstehung verschiedener Mundschleimhauterkrankungen hingewiesen und nach ihm erkannten viele andere diese Zusammenhänge.

Zahnstein ist inkrustierter Zahnbelag und setzt sich zusammen aus abgestorbenen Epithelzellen, Speiseresten und Kalkniederschlägen. Im marginalen Detritus, dem weissen Zahnbelag, entwickelt sich eine Bakterienflora. Bekanntlich war es ANTON VON LOEWENHOEK (25), der im Zahnbelag im Jahre 1683 die ersten Spaltpilze fand. Seit 1894 wusste man durch GALIPPE (15), dass die im Mund vorhandenen Kleinlebewesen oder der Oxalsäuregehalt im Speichel eine Rolle bei der Zahnsteinbildung spielen. 1920 behauptete NÄSLUND (29), dass gewisse Leptothrix- und Aktinomycesarten den Zahnstein aufbauen, und dass es zwischen sub- und supragingivalem Zahnstein keinen Unterschied gäbe. Die in Schnitten gefundenen Körnchen und Stäbchen spricht er als Sporen- und Stabstadien der Pilze an, mit deren Beseitigung er das ganze Zahnsteinproblem zu lösen hoffte. Eine Beeinflussung dieser Kleinlebewesen durch antiseptische Massnahmen hatte jedoch wenig Zweck, da sie in mucinhaltigen Belägen an den Zahnhälsen eingebettet sind.

Fasste man damals den Zahnstein als Produkt der Lebenstätigkeit gewisser Pilze auf, so nimmt man heute an, dass es sich hierbei um passive Einschlüsse handelt oder billigt ihnen nur eine ganz untergeordnete Rolle zu.

MITSCHERLICH (28) nimmt an, dass im Speichel gelöstes Kalziumbikarbonat unter Kohlensäureabgabe in schwerlösliches und daher ausfallendes Kalziumkarbonat umgewandelt würde, doch besteht nach den Untersuchungen von MATHIS (27) der Zahnstein nur zum kleinsten Teil aus Karbonaten, wodurch diese auch sonst nicht bewiesene Hypothese hinfällig wird. Derselbe Autor hat ausserdem gezeigt, dass der Speichel auch durchaus keine übersättigte und daher labile Lösung von Kalksalzen darstellt, und stimmt mit jenen Autoren überein, welche die Ausfällung von Kalksalzen - nach seinen Untersuchungsergebnissen handelt es sich vorwiegend um Hydroxylapatite - als Folge kolloidaler Vorgänge auffassen: Durch Quellung von Mucinniederschlägen kommt es zum Wasserentzug des umgebenden Speichels und durch diese Konzentrationsänderung zum Ausfallen von Kalksalzen, welche die erwähnten Beläge inkrustieren. Während der Bildung des Zahnsteins werden or-

ganische Substanzen eingeschlossen, die an Zahnsteinschliffen meist ein braunpigmentiertes Netzwerk bilden, um das sich die Kalkkristalle in den verschiedensten Richtungen lagern, wobei eine konzentrische Schichtung der organischen Massen erkennbar ist.

HEINEMANN (17) behauptet, dass in einer Mundhöhle mit gesunder, normal durchbluteter Schleimhaut, wo mit der Epithelerneuerung das Abstossen des Epithels gleichen Schritt hält, ein Zahnsteinansatz unmöglich ist. Besteht aber ein Schleimhautkatarrh in der Mundhöhle, überschreitet also die Epitheldesquamation die physiologischen Grenzen wesentlich, so bleiben die zusammengesinterten, nekrotischen Epithelien zum grossen Teil an Retentionsstellen des Zahnes, am Zahnhals, kleben und werden dann mit Kalksalzen aus dem Speichel inkrustiert.

Andere Autoren sind der Ansicht, dass sich der subgingivale Zahnstein vom supragingivalen genetisch unterscheidet. Sie halten den subgingivalen Zahnstein für aus den Gefässen ausgetretenes Blutplasma, gesättigt mit harnsauren Salzen. Dem widerspricht KRANZ (21) und führt an, dass die dunklere Farbe des Zahnsteins eher bedingt sei durch die Zersetzung der organischen Massen durch Pilze und Bakterien. Sie habe vielleicht ihre Ursache in einer langsameren Ablagerung, die wiederum eine grössere Härte bedingen könnte.

Die Mehrzahl der Forscher ist jedoch mit KRANZ der Ansicht, dass Zahnstein durch Ausfällung von Salzen aus dem Speichel zustande kommt.

DIE ZUSAMMENSETZUNG DES ZAHNSTEINS

Die Meinungen und die Ergebnisse der einzelnen Forscher über die Zusammensetzung des Zahnsteins sind einheitlicher. Nach H. SACHS (34) enthält der Zahnstein, auf 100 Gewichtsteile der Trockensubstanz bezogen, folgende Bestandteile:

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	60
Ca CO_3	8
Fe PO_4	7
Si O_2	Spuren
Organische Substanz und Alkalisalze	25

Nach TÜRKHEIM (37) ist er ein "mechanisches Gemenge", bestehend aus etwa 75 % anorganischer- und 25 % organischer Substanz.

Genaue Werte werden im Handbuch von HOPPE-SEYLER (20) zitiert, der auch noch einen Unterschied zwischen dem Zahnstein der Schneidezähne und dem der Molaren feststellt:

	Incisivi:	Molaren:
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	62,56 - 63,88	55,11 - 63,12
Ca CO_3	8,18 - 8,48	7,36 - 8,10
Si O_2	0,00 - 0,12	0,37 - 0,38
Fe PO_4	0,72 - 0,82	4,10 - 12,74
Organische Substanz	24,69 - 28,12	24,30 - 24,40

KRANZ (22) berücksichtigt bei seinen Analysen auch noch den Wassergehalt und wasserlösliche Substanzen. Das Mittel aus seinen Ergebnissen ergibt folgendes Bild:

Wassergehalt	8,82 %
Wasserlösliche Substanz	4,77 %
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	63,95 %
Ca CO_3	7,00 %
$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$	1,24 %
Organische Substanz	14,88 %

Ausser diesen Hauptbestandteilen, schreibt KRANZ, können auch noch Spuren von Eisen, Magnesium, Kieselsäure, sowie Kalium- und Natriumsalze eingeschlossen sein, je nach der Zusammensetzung des Trinkwassers und der Nahrungsmittel.

SACHS (35) gibt eine Tabelle an, die die Mittelwerte der Zahnsteinuntersuchungen von Verges, Hoppe-Seyler und Freemann wiedergibt. Danach kommen auf 100 Gewichtsteile Zahnstein:

60 Teile	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
8 Teile	Ca CO_3
7 Teile	Fe PO_4
25 Teile	Organische Substanz

Für die vorliegende Arbeit war es wesentlich, wie gross der prozentuale Anteil an organischer Substanz des Zahnsteins ist. In der Mehrzahl liegen über die einzelnen organischen Bestandteile keine genauen Angaben vor. Meistens nannten die Autoren unter dieser Spalte: "Bakterien, Epithelzellen, Mucin, Eiweissstoffe, Fettstoffe u. a. m."

MUNDPFLEGEMITTEL ZUR HEMMUNG DES ZAHNSTEINANSATZES

Seitdem bekannt ist, welche schädigende Wirkung der Zahnstein auf das parodontale Gewebe ausübt, sind intensive Bestrebungen im Gange, die darauf hinzielen, ein Mittel zur Verhinderung von Zahnsteinbildung bzw. zur Auflösung der Konkreme zu finden. Bald musste man erkennen, dass es unmöglich ist, die anorganischen Bestandteile des Zahnsteins zu beeinflussen, ohne gleichzeitig die Zahnhartsubstanzen zu schädigen. Der nächste Gedanke war nun, das Gefüge des Zahnsteins durch Aufweichung oder Auflösung der organischen Kittsubstanz zu lockern und dadurch mindestens die mechanische Entfernung zu erleichtern.

Eines der ersten positiven Ergebnisse in dieser Richtung erzielte wohl HERMANN (19) mit seiner Solvolith-Paste. Sie ist auf der Annahme von HENTZE (18) aufgebaut, dass Karlsbader oder Emser Salz eiweisslösende Wirkung besitzen. Seine Paste besteht in der Hauptsache aus Karlsbader Sprudelsalz, Glycerin und Saponin. KRANZ (23) schreibt: "Die von Hermann eingeführte Solvolith-Paste ist sehr zu empfehlen; sie verhindert die Ablagerung wesentlich. Eine Lösung des bereits vorhandenen Zahnsteins wird natürlich nicht herbeigeführt und kann ohne Schädigung der Zähne durch kein Mittel herbeigeführt werden. Es wird aber durch Solvolith der Zahnstein in seinem Gefüge gelockert und dadurch der mechanischen Entfernung zugänglich gemacht, die Neubildung von Zahnstein je nach dem Grad der Neigung zur Ablagerung verzögert bzw. verhütet."

SACHS (34) bezeichnet die Paste als säurefrei und unschädlich für Zähne und Zahnfleisch. Eine zahnsteinlösende Wirkung konnte er jedoch nicht feststellen.

Ähnliche Pasten, die auch Karlsbader- bzw. Emser Quellsalz enthalten, waren die Ligaphol-Paste bzw. das Emsolith.

Ein Mittel, für das eine ähnliche Wirkung behauptet wird, stellt Kalodont dar, nur soll in diesem Falle Sulforizinoleat, ein mit Natrium neutralisiertes Sulfurierungsprodukt des Rizinusöls durch dessen Netzwirkung das Ausfallen des Zahnsteins verhindern. URBANTSCHITSCH (39) überzeugte sich zuerst von der Unschädlichkeit des Mittels gegenüber den Zahnhartsubstanzen und überprüfte dann die Wirkung des Sulforizinoleats auf das organische Gerüst des Zahnsteins mikroskopisch an feinsten Schläffen, die nach mehrstündiger Behandlung mit Sulforizinoleat im Schüttelkolben den vorher reichlichen Gehalt an Pigment nicht mehr aufwiesen. SCHUPFER (36) bestätigte diesen Befund und berichtete über Verkleinerungen und Loslösungen von Zahnsteinpartikeln an den Zähnen, die einige Tage bis fünf Wochen ruhig in einer täglich gewechselten 5 %igen sulforizinoleathaltigen Zahnpastenaufschwemmung gelegen hatten. Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch UFFELMANN (38). Dazu wäre jedoch zu sagen, dass ein dreimaliges Zähneputzen pro Tag mit dieser Zahnpasta bei einer maximalen Gesamtzeit von 15 Minuten bei weitem nicht den Erfolg bringen kann wie bei obiger Versuchsanordnung. Auch BACK R. (5) stellte sich in seinen Versuchen die Aufgabe zu prüfen, ob und nach welcher Zeit Zahnstein durch Sulforizinoleat ohne jede mechanische Komponente eine objektiv nachweisbare Lockerung erfährt. Er legte hirsekorn-grosse Zahnsteinpartikel von der gleichen Patientin in 58 %ige Sulforizinoleatlösung und zur Kontrolle in Wasser. Nach jeweils 12, 24 Stunden, 3, 8 und 14 Tagen belastete er den Zahnstein mit Gewichten bis zur totalen Zertrümmerung. Beim supragingivalen Zahnstein stellte er als Zertrümmerungsbelastung 650 g fest. Erst nach einer Lagerung von 8 Tagen konnte er bei einer Verringerung der Belastung um 150 g eine totale Zertrümmerung erzielen, wogegen es beim Kontrollzahnstein immer noch erst bei 650 g gelang. Nach 14 Tagen betrug die Differenz 200 g. Der subgingivale Zahnstein zerbrach erst bei einer Belastung von 1000 g. Nach 8 Tagen stellte sich eine Zertrümmerung bereits bei 900 g ein, nach 14 Tagen eine solche bei 800 g.

Gegen diese Versuchsanordnung ist einzuwenden, dass es so gut wie unmöglich ist von ein und derselben Patientin genau gleich grosse Zahnsteinpartikelchen zu erhalten, deren innere Struktur in jedem Falle die gleiche ist.

Die ebenfalls Natriumsulforizinoleat enthaltende Solidox-Zahnpasta soll nach BACK H. (4), DIETRICH (7), HARNTNER (16), RHEINWALD (16), UFFELMANN (38), WILLI (40) und ZELLNER (41) Erweichung, Ablösung in kleinen Partikel-

chen und Hemmung bei der Weiterbildung von Zahnstein bewirken. AUBERGER (3) untersuchte die Wirkung am Patienten und konnte ohne vorausgegangene mechanische Reinigung nach 2 - 3 wöchiger Pastenanwendung ein positives Ergebnis feststellen. Der Supragingivale Zahnstein war in jedem Falle gelockert und konnte, sofern er nicht schon beim Bürsten entfernt wurde, in grossen Schollen mit einer Sonde leicht abgehoben werden. Auch der subgingivale Zahnstein verschwand in mehreren Fällen nach 3 - 4 Monaten, zumindest wurde aber ein Weicherwerden beobachtet.

Für eine in Deutschland nahezu unbekannte Zahnpaste, die norwegische Siko-Paste, setzt sich MARTINY (26) ein. Sie enthält Kaliumbitartrat und kolloidale Kieselsäure. Kaliumbitartrat ist ein schwerlösliches, im Saft der meisten Früchte vorkommendes Salz und soll den Schmelz der Zähne mechanisch reinigen ohne ihn zu verletzen. Auf Grund des p_{H} -Wertes von 4 soll die Paste im Stande sein Aktinomyzes und Leptothrix abzutöten, ohne, wie MARTINY schreibt, bei diesem Säuregrad Zahnschmelz und Mundschleimhaut anzugreifen. Die Kieselsäure besitzt eine grosse Affinität zum organischen Zahnbelag. Es soll eine Art Eiweisskieselsäurekomplex gebildet werden und dadurch die Mundschleimhaut vom Schleimbelag befreit werden. MARTINY berichtet von sehr guten Erfahrungen hinsichtlich Zahnsteinlösung, Zahnsteinverhütung und günstiger Einwirkung auf die Gingiva. Bei dieser Paste werden also organische und anorganische Bestandteile des Zahnsteins gleichzeitig beeinflusst.

Eine weitere Möglichkeit, die organische Substanz des Zahnsteins anzugreifen, sehen manche Autoren in der Anwendung von Fermenten. So setzt DORPH (8) eine Paste zusammen aus:

Calc. carb. praec.	25,0
Sapo med.	2,5
Menth. pip.	ā ā
Pankreatin ā ā	0,5
Glycerini	qu. s. u. f. pasta.

EIKEN (9) will mit so einer Paste bei einem Patienten mit viel Zahnstein beobachtet haben, dass sich die Kittsubstanz des Zahnsteins innerhalb einer Woche gelöst habe.

Nach REBEL (31) soll die Pepsodent-Zahnpasta ebenfalls eiweisslösende Fermente enthalten.

Weitere Berichte über fermenthaltige Pasten sind in der uns zugänglichen Literatur nicht vorhanden.

PROBLEMSTELLUNG

Während die meisten bisherigen Versuche zur Zahnsteinbekämpfung sich auf eine Auflösung des anorganischen Teils des Zahnsteins durch Einwirkung von verdünnten Säuren beschränkten, oder durch Netzmittel einer Niederschlagsbildung und damit dem Ansatz von Zahnsteinpartikelchen vorgebeugt werden sollte, ist es Aufgabe der vorliegenden Untersuchung, die Möglichkeit einer Einwirkung auf die organische Fraktion des Zahnsteins zu untersuchen.

Sollte es nämlich möglich sein, den organischen Anteil des Zahnsteins (ungefähr 25 %) in Lösung zu bringen, so könnte man dadurch die Festigkeit des Zahnsteins vermindern und die mechanische Entfernung erleichtern.

Nach den heutigen Angaben sind es grösstenteils Eiweissstoffe, die den organischen Anteil des Zahnsteins bilden (37). Es liegt daher nahe, diese Stoffe durch eiweisspaltende Fermente abzubauen. Auf diese Abbaumöglichkeit wurden die Fermente Pepsin und Trypsin untersucht. Bei den Versuchsergebnissen mit Pepsin ist allerdings zu berücksichtigen, dass bei den entsprechenden p_H -Werten auch anorganische Substanzen aufgelöst werden.

Soweit eine untersuchte Fermentlösung zu einer wesentlichen Auflösung von Zahnstein führt, ist zu prüfen, ob dies nicht mit einer Schädigung der Zahnhartsubstanzen verbunden ist, die am Patienten der Einwirkung der Fermentlösung in gleicher Weise wie der Zahnstein ausgesetzt wären.

FERMENTE UND IHRE OPTIMALE WIRKUNG

Fermente sind Katalysatoren, die allein durch ihre Gegenwart im Organismus chemische Reaktionen oder Reaktionsfolgen auslösen und deren Richtung und Geschwindigkeit bestimmen. Sie erscheinen nicht im Endprodukt der durch sie katalysierten chemischen Reaktionen, sind also nach Beendigung der Reaktion wieder im ursprünglichen Zustand vorhanden und nicht verbraucht.

Viele Fermente sind im Organismus in einer inaktiven Vorstufe vorhanden und werden erst mit einem Aktivator zum aktiven Ferment. Sie zeigen vor allem eine sehr deutliche Abhängigkeit in ihrer Wirkung von der Wasserstoffionenkonzentration (p_H). Das p_H -Optimum eines Fermentes hängt weitgehend von

seinem Reinheitsgrad und dem zu spaltenden Substrat ab. Bei Abweichungen nach der saueren oder alkalischen Seite nimmt die Wirksamkeit in zunehmend stärkerem Masse ab. Das Ferment kann dabei schliesslich unwirksam oder gar völlig zerstört werden. Im Bereich ihres p_H -Optimums sind jedoch Fermente weitgehend stabil.

Die Wirksamkeit von Fermenten ist auch von der Temperatur abhängig. In einem gewissen Bereich nimmt die Geschwindigkeit der chemischen Umsetzung bei einer Temperaturerhöhung um $10^{\circ}C$ auf das doppelte zu. Den Fermenten ist aber durch ihren thermolabilen, eiweisshaltigen Bestandteil im allgemeinen bei $56^{\circ}C$ eine Grenze gesetzt, oberhalb der sie in wässriger Lösung zerstört werden.

Im allgemeinen herrscht zwischen Reaktionsgeschwindigkeit und Fermentkonzentration einfache Proportionalität, d. h. die Zeit eines bestimmten Umsatzes steht im umgekehrten Verhältnis zur Fermentmenge.

Die Wirkung eines Fermentes wird in Einheiten ausgedrückt: darunter ist jene Menge zu verstehen, die unter wohldefinierten Bedingungen (d. h. bei optimalen Verhältnissen) einen bestimmten Stoffumsatz bewirkt. Bei der Methode nach ANSON und MIRSKY⁽²⁾ werden als Substrat 6 ccm einer 2 - 5 %igen Lösung von Rinderhämoglobin benutzt. Als Fermenteinheit schlagen sie die Menge vor, die bei $35,5^{\circ}C$ in einer Minute aus dem Substrat so viel Blutfarbstoff verdaut, dass in der Lösung nach Enteiweissung mit Trichloressigsäure eine Milliäquivalent Tyrosin enthalten ist, das colorimetrisch bestimmt wird. Als Mass der Fermentaktivität gilt also die Erhöhung des Reststickstoffes.

Die meisten Fermente werden nur durch stark polare Lösungsmittel, wie die mehrwertigen Alkohole, Glycerin und Glykol gelöst. Im übrigen sind nahezu alle Fermente in organischen Lösungsmitteln bei Abwesenheit von Wasser unlöslich (11). Fermente sind spezifisch, d. h. jedes Ferment spaltet oder synthetisiert nur bestimmte Substanzen (Substrate), die meist nahe verwandt sind. Da die chemische Natur der Fermente meist unbekannt ist, teilt man sie nach ihrer Wirkung ein.

Die Fermente Pepsin und Trypsin stehen in der Gruppe der Proteinasen. Diese Eingruppierung besagt, dass sie unter Anlagerung von H_2O nur intakte Eiweisskörper zu spalten vermögen, und dass bei deren Aufspaltung je eine freie $-COOH$ Gruppe und eine H_2N -Gruppe entstehen. Die Trennung erfolgt zwischen C und N.



Auf diese Weise spalten die Fermente Pepsin und Trypsin die Proteine bis zu den Polypeptiden. Die Bedingungen für diese Reaktionen sind jedoch bei Pepsin und Trypsin verschieden.

Pepsin, das proteolytische Ferment des Magens der Wirbeltiere, wird hauptsächlich im Magenfundus von den Hauptzellen in einer unwirksamen Vorstufe (Pepsinogen) ausgeschieden. Dieses Pepsinogen erfährt durch H^+ -Ionen oder durch Spuren von Pepsin eine autokatalytische Umwandlung in Pepsin (12). Es handelt sich hier um keine echte Aktivierung. Das Pepsin ist für seine Wirksamkeit nur auf die saure Reaktion angewiesen (12). Diese saure Reaktion bewirkt gleichzeitig eine Denaturierung der Proteine, wodurch aber das Eiweiß nicht ausfällt. Durch die Denaturierung werden die Eiweißkörper zu langgestreckten Molekülen "auseinandergefaltet" und sind erst in dieser Form für Pepsin spaltbar (14). In dieser Weise wird Eiweiß auch durch Harnstoff denaturiert (10). Das Wirkungsoptimum des Fermentes liegt bei etwa p_H 2,2 (13). Bei optimalen Bedingungen werden durch Pepsin fast alle Eiweißarten abgebaut. Nicht angegriffen werden Seidenfibroin, Spongine, Chonchiolin und Mucin. Die Wirksamkeit des kristallisierten Fermentes beträgt nach ANSON und MIRSKY 40.000 Einheiten/g.

Trypsin, das eiweißspaltende Ferment der Pankreasdrüse, wird als Trypsinogen in einer inaktiven Vorstufe gebildet. Dieses wird im Dünndarm durch einen speziellen Aktivator, die Enterokinase, in das aktive Ferment umgeformt. Trypsin greift genuine Proteine an anderen Stellen des Moleküls als Pepsin an. Sein p_H -Optimum liegt um etwa 8 (1). Eine geringe Vorverdauung durch Pepsin oder eine Denaturierung der Proteine erhöht deren Spaltbarkeit. Nach ANSON und MIRSKY beträgt die Wirksamkeit des kristallisierten Fermentes 289.000 Einheiten/g.

VERSUCHSANORDNUNG FÜR DIE UNTERSUCHUNG DER EIN- WIRKUNG VON PEPSIN UND TRYPSIN AUF ZAHNSTEIN

Es wurde Zahnstein in der Grössenordnung zwischen 1 qmm und 10 qmm grösster Oberfläche untersucht. Zu einem Versuch benötigte man ungefähr 20 Zahnteilchen mittlerer Grössenordnung, um ein Gewicht von etwa 0,15 g zu erreichen.

In einem Zeitraum von 3 Tagen wurde der Zahnstein in einem Glaskolben so lange mit Aqua dest. gespült, bis in der Flüssigkeit keine Trübung mehr wahrzunehmen war. Danach wurde der Zahnstein 48 Stunden lang im Brutschrank bei einer Temperatur von 37°C getrocknet, genau gewogen und in die bereits vorher hergestellte Fermentlösung eingebracht.

Die vor jedem Versuch frisch angesetzte Fermentlösung enthielt in einer ersten Versuchsreihe 0,5 g = 20.000 Einheiten Pepsin (definiert nach der Methode von Anson und Mirsky; vergl. Seite 12), 20 Tropfen Glycerin-Harnstofflösung (vergl. Seite 13) und 6 ccm Aqua dest.

Die Wasserstoffionenkonzentration wurde durch Zusatz einiger Tropfen 0,7 %iger Schwefelsäure bzw. 0,5 %iger Natriumbikarbonatlösung auf den jeweils zu untersuchenden Wert colorimetrisch eingestellt (Abhängigkeit der Fermentwirkung von der Wasserstoffionenkonzentration siehe Seite 11).

Um den Einfluss einer Auflösung des anorganischen Anteils bei saurer Reaktion zu berücksichtigen, wurde in einer Kontrollreihe (Tabelle 1b) der Fermentanteil fortgelassen.

Die in einer anderen Versuchsreihe angesetzte Fermentlösung enthielt an Stelle von Pepsin 0,11 g Trypsin entsprechend 31.790 Einheiten (Tabelle 2).

In einer 4. Versuchsreihe wurden 31.790 Einheiten = 0,11 g Trypsin + 20.000 Einheiten Pepsin = 0,5 g in der gleichen Flüssigkeitsmenge in Lösung gebracht (Tabelle 3).

Die Einwirkungs_odauer betrug bei allen Versuchen 48 Stunden bei einer Temperatur von 37°C (vergl. Seite 12).

Nach anschliessendem, wiederholten Wässern des Zahnsteins, wie schon oben beschrieben, wurde der Zahnstein erneut 48 Stunden im Brutschrank getrocknet und der Gewichtsverlust festgestellt.

ERGEBNISSE:

Die für die einzelnen Proben ermittelten Gewichtsverluste sind in den nachfolgenden Tabellen und Kurven dargestellt.

Tabelle 1a

Die Tabelle gibt die Gewichtsverlust nach 48 stündiger Pepsinwirkung bei p_H 1,8 - 4,0 wieder (siehe auch Kurve 1a auf Seite 17).

No	Zahnstein (g)	p_H	Restgewicht	Gewichtsverlust (in %)
1	0,1540	1,8	0,1420	7,79
2	0,1534	1,8	0,1407	8,28
3	0,1547	1,8	0,1411	8,79
4	0,1510	2,0	0,1330	11,92
5	0,1517	2,0	0,1352	10,88
6	0,1527	2,0	0,1367	10,48
7	0,1579	2,2	0,1445	8,49
8	0,1508	2,2	0,1392	7,69
9	0,1523	2,2	0,1411	7,35
10	0,1532	2,5	0,1448	5,48
11	0,1526	2,5	0,1453	4,79
12	0,1581	3,0	0,1513	4,30
13	0,1555	3,0	0,1500	3,54
14	0,1527	3,5	0,1453	4,85
15	0,1511	3,5	0,1450	4,04
16	0,1512	3,5	0,1458	3,58
17	0,1539	4,0	0,1489	3,25
18	0,1554	4,0	0,1511	2,77

Tabelle 1b

Die Tabelle zeigt den Gewichtsverlust, entstanden durch Einwirkung von Säure ohne Ferment im p_H -Bereich von 1,0 - 4,0 (siehe auch Kurve 1b auf Seite 18).

No	Zahnstein (g)	p_H	Restgewicht	Gewichtsverlust (in %)
1	0,2310	1,0	0,1971	14,67
2	0,1336	1,0	0,0896	13,55
3	0,2083	1,0	0,1820	12,63
4	0,2034	1,5	0,1868	8,16
5	0,2012	1,5	0,1867	7,21
6	0,2019	1,5	0,1877	7,03
7	0,1520	2,0	0,1445	4,93
8	0,2037	2,0	0,1950	4,27
9	0,2030	2,0	0,1952	3,84
10	0,2076	2,5	0,2006	3,37
11	0,2050	2,5	0,1948	3,22
12	0,2008	2,5	0,1956	2,59
13	0,2044	3,0	0,1979	3,18
14	0,2089	3,0	0,2036	2,54
15	0,1943	3,0	0,1998	2,32
16	0,2048	3,5	0,1949	4,83 (F)
17	0,2020	3,5	0,1965	2,71
18	0,2057	3,5	0,2003	2,63
19	0,2076	3,5	0,2030	2,22
20	0,2018	4,0	0,1973	2,23
21	0,2173	4,0	0,2140	1,52

Graphische Darstellung des Gewichtsverlustes des Zahnsteins durch Pepsin- und Säureeinwirkung.

Die Einwirkung der Kontrollösung ohne Fermentzusatz (Kurve 1b) ergab erwartungsgemäss mit wachsender Wasserstoffionenkonzentration ansteigende Gewichtsverluste.

Bei Zusatz von 20.000 Einheiten Pepsin (Kurve 1a) ergab sich ein zusätzlicher Gewichtsverlust, der jedoch nur bei einem $p_H = 2$ mehr als den doppelten Wert erreichte (11 % gegenüber 4,5 % Gewichtsverlust). Bei einer höheren oder niedrigeren Wasserstoffionenkonzentration war der Unterschied gegenüber den Kontrollösung unbedeutend.

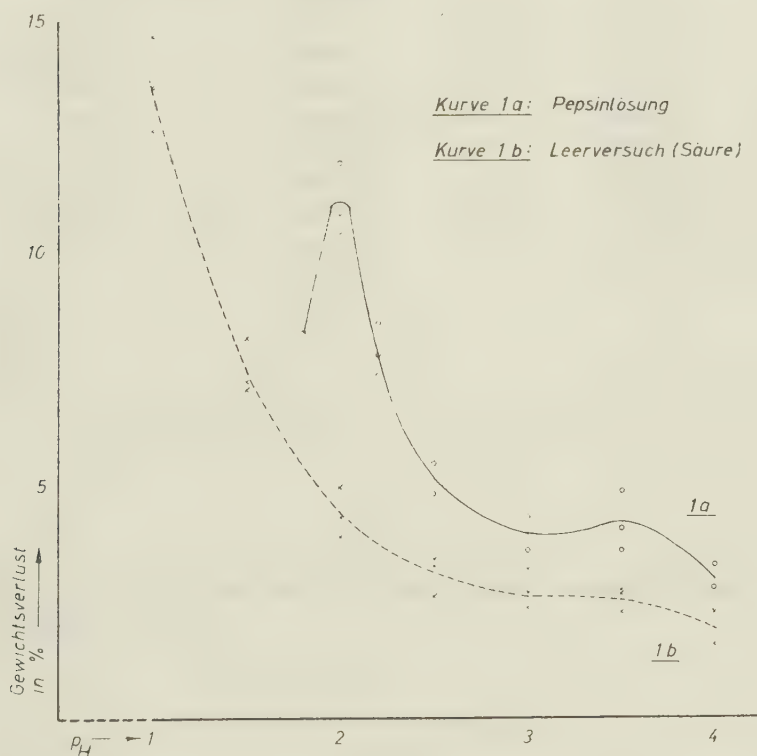


Abbildung 1: Die Darstellung der Kurven 1a und 1b lassen die Beziehungen zwischen der Einwirkung durch die Säure und der Auflösung durch die Fermentwirkung erkennen.

Tabelle 2

Die in Tabelle 2 erhaltenen Werte geben die Gewichtsverluste des Zahnsteins nach Trypsineinwirkung bei p_H 7,0 - 9,0 wieder (siehe auch Kurve 2 auf Seite 19).

No	Zahnstein (g)	p_H	Restgewicht	Gewichtsverlust (in %)
1	0,1544	7,0	0,1492	3,37
2	0,1532	7,0	0,1490	2,74
3	0,1518	7,5	0,1460	3,82
4	0,1526	7,5	0,1471	3,60
5	0,1527	7,5	0,1464	4,12
6	0,1781	8,0	0,1685	5,39
7	0,1512	8,0	0,1443	4,56
8	0,1630	8,0	0,1542	5,40
9	0,1486	8,5	0,1419	4,51
10	0,1520	8,5	0,1465	3,61
11	0,1523	8,5	0,1462	4,01
12	0,1534	9,0	0,1504	1,95
13	0,1583	9,0	0,1546	2,34

Graphische Darstellung des Gewichtsverlustes des Zahnsteins durch Trypsin-
einwirkung.

Die Fermentlösung mit 31,790 Einheiten Trypsin (Kurve 2) wurde innerhalb
des p_H -Bereiches von 7 - 9 untersucht.

Sie ergab einen maximalen Gewichtsverlust von 5 % bei $p_H = 8$.

Kurve 2: Trypsinlösung

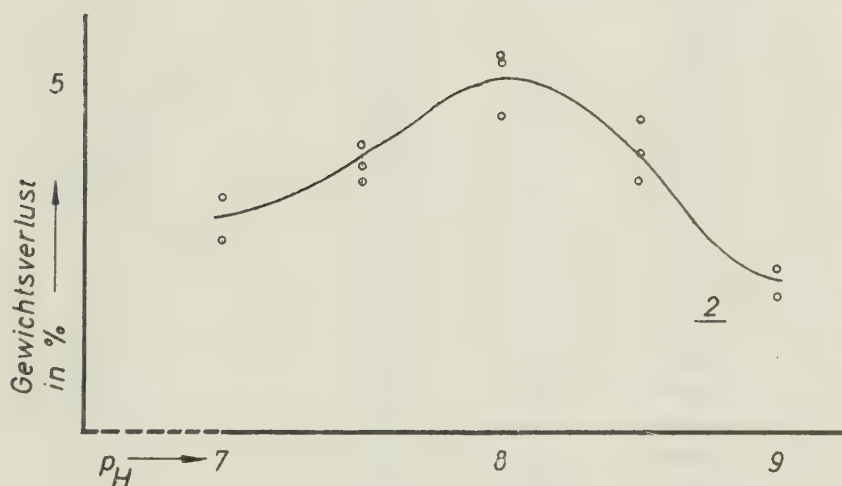


Abbildung 2: Gewichtsverlust des Zahnsteins nach Trypsineinwirkung im
 p_H -Bereich von 7 - 9.

Tabelle 3

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse, die durch Einwirkung der Kombination der beiden Fermente Pepsin und Trypsin auf Zahnstein erhalten wurden. Die Einwirkung dieser Fermentkombination, die sich bei jedem Versuch aus 31.790 Einheiten = 0,11 g Trypsin + 20.000 Einheiten Pepsin = 0,5 g zusammensetzte, wurde im p_H -Bereich von 1,8 - 4,0 untersucht (siehe auch Kurve 3; Seite 21).

No	Zahnstein (g)	p_H	Restgewicht	Gewichtsverlust (in %)
1	0,1515	1,8	0,1286	15,12
2	0,1517	1,8	0,1269	14,37
3	0,1554	1,8	0,1345	13,45
4	0,1530	1,8	0,1176	23,14 (F)
5	0,1512	2,0	0,1279	15,41
6	0,1598	2,0	0,1358	15,02
7	0,1549	2,0	0,1324	14,53
8	0,2024	2,0	0,1592	26,28 (F)
9	0,1580	2,2	0,1416	10,38
10	0,1582	2,2	0,1430	9,61
11	0,1532	2,5	0,1447	5,55
12	0,1526	2,5	0,1453	4,78
13	0,1516	2,5	0,1496	1,32 (F)
14	0,1581	3,0	0,1513	4,30
15	0,1488	3,0	0,1436	3,49
16	0,1554	3,2	0,1460	6,05
17	0,1502	3,2	0,1439	4,19
18	0,1573	3,2	0,1514	3,75
19	0,1519	3,5	0,1443	5,00
20	0,1527	3,5	0,1453	4,85
21	0,1524	3,5	0,1470	3,54
22	0,1562	3,7	0,1498	4,09
23	0,1548	3,7	0,1491	3,68
24	0,1547	3,7	0,1513	2,26
25	0,1527	4,0	0,1465	4,06
26	0,1586	4,0	0,1533	3,34
27	0,1540	4,0	0,1522	1,17

Die mit (F) bezeichneten Werte wurden als Ergebnisse mit zu grossem Streuwert betrachtet und deshalb als Kurvenpunkt nicht verwertet.

Graphische Darstellung der Ergebnisse der Tabelle 3.

Das Gemisch aus 31.790 Einheiten Trypsin und 20.000 Einheiten Pepsin erwies sich innerhalb des p_H -Bereiches von 4,0 - 2,5 als etwa gleich wirksam wie die Lösung von 20.000 Einheiten Pepsin. Für das Optimum des Pepsins $p_H = 2$ war darüber hinaus der Gewichtsverlust auf 15 % gesteigert.

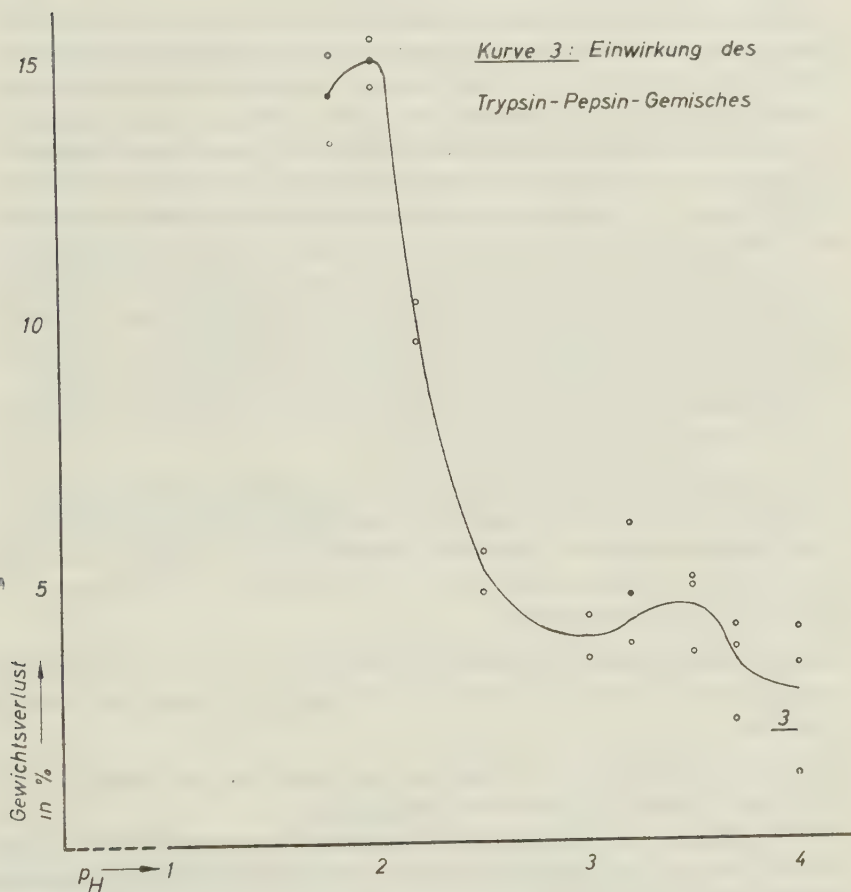


Abbildung 3: Gewichtsverlust des Zahnsteins nach Einwirkung eines Trypsin-Pepsin-Gemisches im p_H -Bereich von 1,8 - 4,0.

VERSUCHSANORDNUNG FÜR DIE UNTERSUCHUNG DER EINWIRKUNG VON PEPSIN AUF ZAHNHARTSUBSTANZEN

Bei diesen Versuchen diente im Wesentlichen die Versuchsanordnung von CSERNYEI (6) als Vorbild, die er bei seinen Untersuchungen über die Einwirkung proteolytischer Fermente auf gesunden Zahnschmelz anwandte.

Gesunde, kurz vor den Versuchen extrahierte Zähne wurden mit einer Diamantscheibe an der Schmelz-Zementgrenze getrennt. Für die Versuche am Zahnschmelz wurden bei den Zahnkronen zuerst von der Schnittfläche aus die Pulpenkammern erweitert. Die Zahnkronen wurden getrocknet und in ihre Pulpenkammern Diamantfuchsinkristalle eingelegt. Der Verschluss erfolgte durch Einpressen von Guttapercha und durch eine Abdeckung der Schnittfläche mit Klebewachs. Die so präparierten Zähne lagen zur Probe 48 Stunden lang in Aqua dest. Dabei zeigte sich, dass nur einwandfreie Zahnkronen oder Zahnwurzeln verwendet werden konnten. Zähne, die eine minimale Karies aufwiesen, färbten sich binnen weniger Stunden rot. Trotzdem blieben nach einer Lagerung von 48 Stunden in Aqua dest. von 27 makroskopisch für gesund erachteten Zahnkronen nur noch 14 verwendbar. An der Schmelzoberfläche der restlichen 13 Zähne waren bis spätestens 48 Stunden nach Versuchsbeginn Rötungen aufgetreten.

Durch Versuche an 9 Zahnkronen war vorher festgestellt worden, dass eine Lagerung von 48 Stunden in Aqua dest. ausreicht, um eine Zahnkrone als intakt ansehen zu können. Zeigte sich nämlich nicht schon nach dieser Zeit eine Rötung, so war dann auch nach einem Zeitraum von 4 Wochen noch keine Verfärbung zu bemerken.

Bei den Untersuchungen der Einwirkung von Pepsin auf den Zahnschmelz wurden eventuell auftretende Rötungen nach 48 Stunden, 8 Tagen oder 4 Wochen registriert.

Die Versuchsanordnung zur Untersuchung der Einwirkung von Pepsin auf das Zement wurde folgendermassen modifiziert:

Zuerst erfolgt die Aufbereitung der Wurzelkanäle der abgeschnittenen Zahnwurzeln von der Schnittfläche aus, dann, zwecks besserer Abdichtungsmöglichkeit die Erweiterung des Foramen apicale mit einem Rosenbohrer. Die Wurzelkanäle wurden darauf wieder mit Diamantfuchsinkristallen beschickt und an beiden Enden mit Guttapercha und Klebewachs abgedichtet. Die Klebewachsabdeckung erstreckte sich jedoch noch zusätzlich auf eine Hälfte der

Wurzeloberfläche. Zeigten die so präparierten Zahnwurzeln nach einer Lagerung von 48 Stunden in Aqua dest. noch keine Rötung, (dies war unter 34 Zahnwurzeln nur bei 15 der Fall) so wurde die Klebewachsabdeckung gewechselt und die andere Hälfte der Wurzeloberfläche somit der Einwirkung der Fermentlösung (Zusammensetzung vergl. Seite 14) ausgesetzt.

Diese Modifikation der Versuchsanordnung gegenüber der Einwirkung auf den Schmelz erwies sich deshalb als unbedingt erforderlich, da sich bei Vorversuchen zur Auswahl intakter Zahnwurzeln ein anderes Ergebnis wie bei den Zahnkronen herausstellte: Es zeigte sich nämlich, dass bei 13 Zahnwurzeln, die nach einer Liegezeit von 48 Stunden in Aqua dest. keine Rötung aufwiesen, an 7 Zahnwurzeln nach einem Zeitraum von 4 Wochen doch eine Verfärbung aufgetreten war. Es war daher nur möglich, eine auftretende schädigende Einwirkung der Pepsinlösung durch den Vergleich der verschieden behandelten Oberflächen nach 48 Stunden festzustellen.

Die Versuchsanordnung wurde auf folgender Überlegung aufgebaut: Eine etwaige Schädigung der Zahnhartsubstanzen durch die Fermentlösung bewirkt ein Vordringen von Feuchtigkeit bis zu den Diamantfuchsinkristallen im Pulpenraum, die dadurch gelöst werden. Die Diffusion des Farbstoffes von Pulpenkammer zur Zahnoberfläche lässt eine eventuell auftretende Schädigung durch Rötung der Oberfläche makroskopisch wahrnehmen.

Diese Versuche wurden nur mit dem Ferment Pepsin durchgeführt, da mit Trypsin bei den Vorversuchen zur Zahnsteinauflösung zu geringe Werte erzielt wurden (vergl. Seite 18).

Tabelle 4

Die Intensität der Verfärbung des Zahnschmelzes wurde in drei verschiedene Grade eingestuft. Die Verfärbung trat nach Einwirkung von Pepsinlösungen vom p_H 1,8 bis 4,0 an 14 Zähnen wie folgt auf:

Zahn No	p_H	48 Stunden	8 Tagen	4 Wochen
1	1,8	leicht	mittel	stark
2	1,8	---	leicht	stark
3	1,8	---	leicht	mittel
4	1,8	---	leicht	mittel
5	2,0	---	leicht	mittel
6	2,0	---	---	leicht
7	2,2	---	---	leicht
8	2,2	---	---	---
9	3,0	---	---	leicht
10	3,0	---	---	---
11	3,5	---	---	leicht
12	3,5	---	---	---
13	4,0	---	---	---
14	4,0	---	---	---

Tabelle 5

Den Verfärbungsgrad der Zahnwurzeln, bedingt durch die Einwirkung der Pepsinlösungen vom p_H 1,8 - 4,0 auf das Zement zeigt folgende Tabelle:

Zahn No	p_H	48 Stunden	8 Tagen	4 Wochen
1	1,8	mittel	stark	stark
2	1,8	leicht	mittel	stark
3	1,8	leicht	mittel	stark
4	2,0	mittel	stark	stark
5	2,0	leicht	mittel	stark
6	2,0	leicht	mittel	stark
7	2,5	mittel	mittel	stark
8	2,5	leicht	mittel	stark
9	2,5	leicht	mittel	stark
10	3,0	leicht	mittel	stark
11	3,0	leicht	mittel	stark
12	3,5	leicht	leicht	stark
13	3,5	---	leicht	mittel
14	4,0	leicht	leicht	stark
15	4,0	---	leicht	mittel

Bei Einwirkung von Pepsinlösung auf den Zahnschmelz konnte nach 48 Stunden nur in einem Fall Rötung beobachtet werden. Die ersten eindeutigen Anzeichen einer Verfärbung waren nach 8 Tagen im p_H -Bereich von 1,8 - 2,0 bei fast allen Versuchen zu sehen, die sich nach 4 Wochen (von Versuchsbeginn an gerechnet) merklich verstärkt hatten. Zu diesem Zeitpunkt traten auch leichte Verfärbungen an Zahnkronen auf, die in Pepsinlösungen mit den p_H -Werten von 2,2 - 3,5 gelegen hatten.

Die Einwirkung der Pepsinlösung auf das Zement ergab folgendes Bild: Nach einer Lagerung von 48 Stunden konnte auf allen nicht abgedeckten Wurzelhälften, die in Fermentlösungen mit p_H -Werten von 1,8 - 3,0 gelegen hatten, mindestens eine leichte Rötung beobachtet werden. In den p_H -Bereichen von 3,5 - 4,0 traten in der Hälfte der Fälle eine leichte Verfärbung auf. Nach einer Lagerung von insgesamt 8 Tagen war die Rötung jedoch auch hier überall durchgedrungen. Bei den Versuchen in den p_H -Bereichen von 1,8 - 3,0 hatte sich die Rötung schon grösstenteil über die ganze, nicht abgedeckte Wurzeloberfläche ausgebreitet und deutlich verstärkt. Nach einer Versuchs-

dauer von 4 Wochen war die nicht abgedeckte Zementoberfläche ausser bei Versuch No 13 und 15 überall gleich stark verfärbt. Wurden die Wurzeln gespalten, war die der Fermentlösung ausgesetzte Seite mit zur Oberfläche abnehmender Intensität verfärbt, während auf der abgedeckten Hälfte nur unmittelbar am Wurzelkanal eine Rötung zu beobachten war.

DISKUSSION

Wirkt Pepsin auf Zahnstein ein, so löst es bei optimalem p_H 7 Gewichts-% auf, das ist etwas weniger als 1/3 des durchschnittlich angegebenen organischen Anteils von Zahnstein. Hinzu kommt die Auflösung des anorganischen Anteils durch die zur p_H -Einstellung zugesetzten Säure.

Der Gewichtsverlust durch Trypsineinwirkung erscheint im optimalen Fall etwas geringer, liegt aber in der gleichen Grössenordnung (um 5 %).

Es wäre denkbar, dass der restliche organische Anteil teilweise aus Verbindungen besteht, die von Pepsin und Trypsin nicht abgebaut werden können (1).

Der Gewichtsverlust bei Einwirkung des Trypsin-Pepsingemisches, welcher für p_H 2 sogar einen um 10 % über der Säurewirkung liegenden Effekt ergab, steht in einem gewissen Widerspruch zu der Tatsache, dass Trypsin nur von p_H 6 ab wirksam ist. Eine Erklärung wäre allenfalls so denkbar, dass der durch Pepsin bereits eingeleitete Abbau durch Trypsin auch in diesem ungünstigen Milieu noch etwas fortschreiten kann.

Ob aus einem solchen Gewichtsverlust auf eine wesentliche Veränderung der mechanischen Eigenschaften des Zahnsteins, wie Haftfestigkeit und Härte geschlossen werden kann, ist daraus nicht zu folgern. Die Versuche, eine Lösungseinwirkung auf den Zahnstein auf dem Weg über eine einwirkende Belastung zu messen (vergleiche Seite 11; (5), können schon aus dem Grunde nicht angewandt werden, da die zur Zertrümmerung führende Kraft in erster Linie von der Teilchengrösse des Zahnsteins abhängig ist, die nicht konstant gehalten werden kann. Die betreffende Arbeit macht auch keinerlei Angaben über die Streuung der gemessenen Werte.

Wie sich schon aus den Versuchen über die Wirkung der Säure auf Zahnstein ergab, wirkt sich die Auflösung der anorganischen Fraktion durch die zugesetzte Säure bei dem für Pepsin optimalen P_H 2 nicht unbeträchtlich aus. Diese Säurewirkung äussert sich in gleicher Weise bei der Einwirkung auf die Zahnhartsubstanz, wo die durch Farbstofflösung nachgewiesene verstärkte Durchlässig-

keit des Dentins ebenfalls in einer deutlichen Abhängigkeit von der Säurekonzentration steht. In jedem Falle zeigte sich eine Veränderung der Zahnhartsubstanzen bei Einwirkung der zu untersuchenden Pepsinlösung, die bei Kontrollversuchen durchwegs ausgeblieben war.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei Versuche in vitro wurde die Einwirkung der Lösungen von Trypsin (31.790 Einheiten/g) und Pepsin (20.000 Einheiten/g) auf den organischen Anteil von Zahnsteinproben innerhalb von 48 Stunden durch Messung des Gewichtsverlustes untersucht.

Um die Auflösung der anorganischen Fraktion bei der für die Pepsinwirkung notwendigen Wasserstoffionenkonzentration zu berücksichtigen, erfolgten Kontrollversuche mit saueren Lösungen ohne Fermentzusatz.

Der Gewichtsverlust des Zahnsteins durch Pepsineinwirkung betrug im Höchstfall 7 % bei einem p_H -Wert von 2 (die Auflösung des Zahnsteins durch die Säure ist dabei schon in Abzug gebracht).

Für Trypsin ergab sich ein maximaler Gewichtsverlust von 5 % bei einem p_H -Wert von 8.

An extrahierten Zähnen wurde die Einwirkung der gleichen Pepsinlösung auf die Zahnoberfläche durch das eventuelle Auftreten einer verstärkten Farbstoffdiffusion von der Pulpa in Richtung Zahnoberfläche geprüft.

Gegenüber Kontrollversuchen mit Aqua dest. ergab sich mit steigender Wasserstoffionenkonzentration und Verlängerung der Einwirkungsdauer eine zunehmende Durchlässigkeit der Zahnhartsubstanzen - in geringerem Grade bei der Einwirkung auf Schmelz, verstärkt bei der auf Zement.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle
Frau Professor Dr. Dr. M. Schug-Kösters für die Über-
lassung des Themas und Herrn Dr. G. Maschinsky
für die freundliche Unterstützung zu danken.

LITERATUR

1. Ammon, R. u. Dirscherl, W.:
Fermente Hormone Vitamine
2. Aufl. G. Thieme Verl. Leipzig 1948 : 124
2. Anson, M.L. u. Mirsky, A.E.:
Zit. nach Hoppe-Seyler-Thierfelder: Handbuch
der Physiologischen und Pathologisch-chemischen
Analysen. 10. Aufl. 5. Band Springer Verl.
Berlin-Göttingen-Heidelberg. Augsb. 1953
3. Auberger, A.:
Die Solidoxzahnpaste als Zahnsteinentfernungs-
mittel.
D.Z.W. Jahrg. 41 : 497/498
4. Back, H.:
Zur Frage der Mundpflegemittel.
Z. Stomat. 1935 H. 14
5. Back, R.:
Ein Beitrag zur Wirkung des Sulforizinoleats auf
Zahnstein.
Z.R. 1938 H. 17 : 721
6. Cserneyi, J.:
Wirkung Proteolytischer Enzyme am gesunden
Zahnschmelz.
D.Z.Z. Jahrg. 8 H. 15 : 819
7. Dietrich:
Über Zahnsteinverhütung über Sulforizinoleat.
Zahnärztl. Korrespondenzbl. 1939 H. 4
8. Dorph:
Zit. nach Hentze, A.: Die Entzündungen der
Mundschleimhaut.
Misch.-F.schr. Zahnheilk. 1933 Band 9
Verl. G. Thieme Leipzig
9. Eiken, H.:
Über die Auflösungen von Steinbildungen.
Tandlaegebl. 1925 ref. in Misch-F.schr. Zahn-
heilk. 1926 Bd. 2
10. Flaschenträger, F.:
Physiologische Chemie 1. Band Springer Verl.
Berlin 1951 : 666

11. Flaschenträger, F.: Physiologische Chemie 1. Band Springer Verl.
Berlin 1951 : 1027
12. Flaschenträger, F.: Physiologische Chemie 1. Band Springer Verl.
Berlin 1951 : 1141
13. Flaschenträger, F.: Physiologische Chemie 1. Band Springer Verl.
Berlin 1951 : 1143
14. Flaschenträger, F.: Physiologische Chemie 1. Band Springer Verl.
Berlin 1951 : 666
15. Galippe: Zit. nach Vergin, F. in: Der Zahnstein als Feind
menschlicher Gesundheit.
D.D.Z. 4. Jahrg. 1950 : 21
16. Harntner, F. u. Rheinwald, U.: Sulforizinoleat als Zahnsteinentfernungsmittel.
D.Z.W. Jahrg. 37 : 312
17. Heinemann: Zit. nach Kranz, P.P. in: Klinische Zahnheilkun-
de und ihre Grenzgebiete.
Carl Hanser Verl. München 4. Aufl. 1949 : 335
18. Hentze, A.: Die Entzündungen der Mundschleimhaut.
Misch-F.schr. Zahnheilk. 1933 H. 9
19. Hermann: Zit. nach Scheibe, B. in: Der Zahnstein und seine
Bekämpfung unter besonderer Berücksichtigung
eines neuen Mittels Kalubren.
Med. Diss. Leipzig 1951
20. Hoppe-Seyler-Thierfelder: Handbuch der Physiologischen und Pathologisch-
chemischen Analyse.
Springer Verl. Berlin-Göttingen-Heidelberg.
10. Aufl. 1953 Bd. 5
21. Kranz, P.P.: Klinische Zahnheilkunde und ihre Grenzgebiete.
Carl Hanser Verl. München 4. Aufl. 1949 : 335
22. Kranz, P.P.: Klinische Zahnheilkunde und ihre Grenzgebiete.
Carl Hanser Verl. München 4. Aufl. 1949 : 338

23. Kranz, P.P.: Klinische Zahnheilkunde und ihre Grenzgebiete.
Carl Hanser Verl. München 4. Aufl. 1949 : 340
24. Landois-Rosemann: Physiologie des Menschen.
Verl. Urban u. Schwarzenberg München 1950 :
50
25. Loewenhoek, von, A.: Zit. nach Vergin, F. in: Der Zahnstein als Feind
menschlicher Gesundheit.
D.D.Z. 1950 4. Jahrg. H. 2
26. Martiny: Die Entstehung und Bekämpfung der Kongrement-
bildungen an den Zähnen und in den Speichel-
drüsengängen.
D.Z.W. Jahrg. 1939 H. 42
27. Mitscherlich: Zit. nach Kranz, P.P. in: Klinische Zahnheil-
kunde und ihre Grenzgebiete.
Carl Hanser Verl. München 4. Aufl. 1949 :
338
28. Mathis, H.: Gedanken zum Kapitel der Zahn- und Mundpflege.
Ref. Zbl. Zahn-, Mund-, Kieferheilkunde 1937
H. 1
29. Näslund, C.: Untersuchungen betreffend Ursachen und Entste-
hung des Zahnsteins.
Odont. Tid. 3 (1926) : 145
30. Paré, A.: Zit. nach Vergin, F. in: Der Zahnstein als Feind
menschlicher Gesundheit.
D.D.Z. 1950 4. Jahrg. H. 2
31. Rebel, H.H.: Konservierende Zahnheilk.
Carl Hanser Verl. München 1947
32. Rein, H. u. Schneider, M.:
Physiologie des Menschen.
11. Aufl. Springer Verl. Berlin 1955 : 234
33. Rheinwald, U. u. Harntner, F.:
Sulforizinoleat als Zahnsteinentfernungsmittel.
D.Z.W. Jahrg. 37 H. 14 : 312

34. Sachs, H.: Die Pflege des Mundes und der Zähne.
Handbuch der Zahnheilkunde. Band 2 Verlg.
I.F. Bergmann München 1925
35. Sachs, H.: Zahnstein, Organismus, Alveolarpyorrhoe.
D.Z.W. 1924 H. 1 : 2; H. 4 : 41
36. Schupfer, K.: Der auflösende Einfluss der Sulforizinoleate auf
den Zahnstein.
Wien. med. Wschr. 1934 H. 4 : 100
37. Türkheim, H.: Untersuchungen über das Zahnsteinlösungsvermö-
gen der gebräuchlichen Zahnpasten.
Z.R. 1924 H. 26 : 325
38. Uffelman, H.R.: Der Zahnstein und seine Bekämpfung mit Unter-
suchungen über die Wirkung der Sulforizinoleate
auf Zahnstein.
Med. Diss. Freiburg 1935
39. Urbantschitsch, E.H.: Die Bekämpfung des Zahnsteins durch Sulforizi-
noleat.
Wien. med. Wschr. 1932 H. 43 : 1343
40. Willi, W.: Untersuchungen über die Wirkung der Sulforizin-
oleate auf Zahnbeläge und Zahnstein.
Schw. Mschr. f. Zahnheilk.
41. Zellner, H.: Klinische und histologische Untersuchungen zweier
neuer Präparate in bezug auf zahnsteinlösende
und die Zahnsteinbildung verhindernde Wirkung.
Med. Diss. Göttingen 1939

L E B E N S L A U F

Am 19. März 1931 wurde ich als Sohn des Zahnarztes Dr. Arthur Schobess und seiner Ehefrau Frieda, geb. Lang in Pfaffenhofen a.d. Roth geboren.

Hier und später in Mindelheim (Schwb.) besuchte ich die Volksschule und trat nach vier Klassen in die Oberrealschule mit Gymnasium Mindelheim über. Im Sommer 1951 erhielt ich das Reifezeugnis.

Im Sommersemester 1952 begann mein zahnmedizinisches Studium an der Universität München, wo ich nach drei Semestern das Physikum bestand und nach weiteren fünf Semestern im Dezember 1956 das Staatsexamen absolvierte.

Nach einer Assistententätigkeit von nicht ganz drei Jahren liess ich mich am 28. September 1959 in Mindelheim (Schwb.) als Zahnarzt nieder.

